

## **POSIBILIDAD DE USO DEL ALPECHÍN EN FERTILIZACIÓN DE TIERRAS AGRICOLAS.**

Pozzi, M.T. (1); Filippín, A.J. (1); Matías C. (2); Hannamm, A. (1)

(1)Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – Universidad Nacional de Catamarca.

(2).EEA.INTA

Gob. Ruzo 928.San Fernando del Valle de Catamarca. Catamarca. TE:(03833) 431118

[mtpozzi02@yahoo.com.ar](mailto:mtpozzi02@yahoo.com.ar)

### **1. Resumen**

El crecimiento actual de la producción de aceituna para la elaboración de aceite de oliva, especialmente en la provincia de Catamarca resulta realmente impactante. En la campaña 2007 se produjeron 52.000 toneladas de aceituna de las cuales aproximadamente el 70% son destinadas a la elaboración de aceite y el resto para aceituna de mesa. La planta oleícola objeto de estudio procesa por temporada entre 1000 -1500 toneladas /año lo cual produce 250- 300 toneladas de aceite y genera a su vez 500- 750 toneladas de orujo y un volumen inmanejable de alpechín, que por su composición química es altamente impactante cuando es vertido directamente a ríos y suelos.

Teniendo en cuenta esto el propósito del trabajo es realizar una evaluación de las características del alpechín vertido en una poza de evaporación y evaluar sus modificaciones después de un período de biodegradación. La finalidad es poder inferir algún método adecuado para su disposición y tratamiento, con el propósito de minimizar el posible impacto sobre el suelo y lograr una adecuada gestión del mismo.

Se tomaron muestras de suelo ( $S_0$ ) suelo original como testigo y otra ( $S_1$ ) cercano a la poza; muestras de alpechín (1: $A_0$ ) y lodo (2:  $A_1$ , 3:  $A_2$ , 4:  $A_3$ , 2:  $A_4$ ) en diferentes períodos (0, 10, 100, 190, 280 días). Las mediciones de los parámetros determinados se realizaron por triplicado con la finalidad de comparar las diferencias entre los materiales analizados (alpechín-lodo-suelo). Para evaluar la toxicidad del efluente se realizaron ensayos en semillas de rabanito. En general, los parámetros físico-químicos alcanzaron valores próximos a los del suelo original, a excepto el K. En cambio, la MO, COT disminuyeron levemente conservando valores altos. Los índices de germinación fueron positivos para las muestras de lodo expuestas a mayor tiempo de biodegradación, lo cual nos permite inferir que el suelo puede utilizarse como medio de tratamiento de alpechines.

Analizando la evolución de los parámetros determinados se concluye que es factible la aplicación de medidas que permitan disminuir o eliminar los efectos perniciosos que generan los vertidos de alpechín utilizando métodos sencillos y de bajo costo para que lo puedan llevar acabo las industrias aceiteras del sector.

Palabras clave: alpechín, composición, disposición, fertilizante.

### **2. Introducción**

En las últimas décadas, la obtención de aceite de oliva se ha convertido en una de las actividades agroindustriales más importantes de la provincia de Catamarca. La obtención de aceite se realiza empleando diferentes procesos, el “proceso tradicional”, el de tres fases (tres fases de decantación) y el proceso de dos fases (dos fases de

decantación). Estos últimos son muy similares en cuanto a la producción de aceite de primera prensada, aunque difieren notablemente en lo referente a cantidad y composición de las fracciones de productos derivados.

En los procesos de extracción tradicional y de tres fases se generan tres productos, aceite de oliva virgen y dos residuos, uno proveniente de aguas residuales, “alpechín”, y otro de residuos sólidos húmedos (pulpa y hueso de aceituna), llamado “orujo”.

La industria oleícola podría considerarse no contaminante, ya que emplea sistemas de extracción netamente físicos, sin la intervención de sustancias químicas. Sin embargo, genera volúmenes importantes de residuos que por su composición resultan altamente contaminantes si se disponen, en suelo o en aguas, sin previo tratamiento. La cantidad de residuo depende del sistema de extracción, los de tres fases producen por kilogramo de aceituna procesada una cantidad de alpechín que oscila entre 0,5 a 1,4 litros y 0,5 Kg de orujo. En un sistema de dos fases se reduce el consumo de agua y se produce un residuo en forma de pasta (Alpeorujo = alpechín+orujo).

La composición de los alpechines es variable y dependen de la variedad de aceituna, las características del suelo, del clima y del proceso de extracción. Por lo general, es un líquido oscuro, maloliente, con grasa en emulsión (0,3-23 g/L), de fácil fermentación, con un elevado poder reductor (DQO 45- 130 g/L y DBO 35-100 g/L), es ácido (pH 4-5) y muy salino (CE 7 - 16 dS/m), con alto contenido en polifenoles libres (3 -24 g/L) (Vázquez Roncero y col., 1974). A estos compuestos fenólicos se les atribuyen las propiedades antibacterianas y fitotóxicas (Martínez y col., 1986)

Las empresas del medio no cuentan con una gestión adecuada de estos residuos, el orujo se tira a campo o bien se quema, produciendo alta contaminación en atmósfera; el alpechín se dispone en pozas o balsas de evaporación provocando malos olores en las áreas circundantes a la poza y la proliferación de insectos.

En vista de esta problemática en este trabajo se propone estimar la posibilidad de uso del suelo como medio de eliminación del alpechín. El objetivo a llevar a cabo es determinar la composición química del alpechín, que se dispone en una poza de evaporación y evaluar las modificaciones de sus características físico-químicas a través de la interacción física, química y microbiológica entre el suelo y el efluente. La finalidad de este estudio es obtener datos que permitan proponer algún método factible para la eliminación y tratamiento del efluente y su posibilidad de uso agrícola; como fertilizante del olivar.

### **3. Objetivos:**

- Determinar la composición del alpechín dispuesto en una poza de evaporación.
- Evaluar las modificaciones físico-químicas a través de la interacción con los componentes del suelo.
- Detectar un método de eliminación y tratamiento del efluente que sea factible de aplicación por las industrias del sector.

### **4. Materiales y Métodos**

El alpechín objeto de estudio procede de un emprendimiento oleícola ubicado en el Valle Central a unos 50 Km de San Fernando del Valle de Catamarca; que utiliza como método de extracción el sistema de tres fases. El efluente es vertido, a través de una tubería, en una poza de evaporación ubicada aproximadamente a un kilómetro de las

instalaciones destinadas a la extracción de aceite; y se vierte únicamente durante el proceso de producción entre los meses de abril- mayo. Con el tiempo el efluente pierde humedad y se seca formando un lodo oscuro y maloliente. Se tomaron muestras de alpechín de la poza a una profundidad de 0 - 20 cm y aproximadamente cada tres meses A<sub>1</sub> (10 días), A<sub>2</sub> (100 días), A<sub>3</sub> (190 días), A<sub>4</sub> (280 días), y dos muestras de suelo, una muestra testigo (S<sub>0</sub>) de suelo original y otra (S<sub>1</sub>) a 2m de la poza para evaluar la influencia del alpechín. Los parámetros analizados en suelo, lodo y alpechín se determinaron aplicando las técnicas de análisis según Métodos Estándares (APHA, AWWA, WPCF, 1989): pH y conductividad eléctrica (CE) por Potenciometría (extracto acuoso 1:2,5 m/v); materia orgánica (MO): calcinación, por diferencia total de cenizas y Método de Walkley-Black; Nitrógeno (N): Digestión húmeda por el método micro Kjeldahl vía foliar. Vía suelo; fósforo (P): Fósforo: Digestión húmeda y método Olsen (\*), sodio (Na) y Potasio (K) en extracto acuoso. Método de Fotometría de Llama. Para evaluar la fitotoxicidad del alpechín se analizó la evolución de la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) por Método de dilución, DQO (Demanda Química de Oxígeno) por oxidación con Dicromato y compuestos fenólicos solubles (Ph), responsables de la inhibición del desarrollo de las plantas; en extracto de suelo 1: 25 m/v; con agitación mecánica durante 12 horas; las concentraciones en los extractos se cuantificaron por el método colorimétrico de Folin Ciocalteau (Box, 1983) usando como estándar ácido caféico y a una longitud de onda ( $\lambda$ ) de 765 nm. Para evaluar la fitotoxicidad del alpechín se realizaron ensayos de germinación de semillas de rabanitos (*Raphanus sativus*) aplicando el Método de Tucony y Col. (1981) con Etanol 50%. Los ensayos se realizaron tanto utilizando soluciones de cada muestra, como en siembra directa en distintos sustratos (muestras de alpechín 1, 2, 3, 4,5).

Para el tratamiento estadístico de los datos se intenta primero la prueba de análisis de varianza paramétrica, como no se cumple el supuesto de homogeneidad de varianza; se aplica entonces análisis de Kruskal - Wallis, pertenecientes al análisis de varianza no paramétrica.

## 5. Resultados y discusión

Los resultados de las determinaciones realizadas en la muestra testigo de suelo se pueden ver en la tabla 1 y 2. Teniendo en cuenta el valor de la conductividad y la relación de absorción de sodio (RAS) se lo puede clasificar como un suelo no salino y no sódico. La determinación de la textura se realizó al tacto, clasificándolo como suelo Franco Arenoso. El valor del pH indica que es un suelo levemente ácido y desde el punto de vista nutricional presenta valores bajos de carbono orgánico (0,75 - 1,25 %) y como es de esperar el porcentaje de nitrógeno es también bajo (0,0075 - 0,125 %). El contenido de fósforo y potasio es adecuado.

Los parámetros analizados para la muestra de suelo lindante a la poza (S<sub>1</sub>) se muestran en la tabla 1 y 2; donde se observa una disminución en los valores de pH, lo cual es predecible debido a la influencia de la acidez del efluente vertido (pH: 4,86). La concentración más baja de fósforo, puede deberse a una posible infiltración a perfiles más profundos, o por inmovilidad debido a la formación de fosfato de calcio. De igual modo, el valor del sodio experimenta una leve disminución; ya que el alpechín presenta un alto contenido de agua, lo cual favorece la infiltración de las sales y cationes solubles. Debe destacarse un aumento en la conductividad y un enriquecimiento de

potasio en el suelo; causado por la alta concentración de éste presente en el alpechín (2,08 %).

**TABLA 1: Resultados del análisis físico-químico de las muestras de suelo (% m.s.)**

Parámetros	pH	CE (dS/m)	Na (mEq/L)	RAS	K (mEq/L)	Textura
Muestras						
S <sub>0</sub> (Testigo)	6,65°	1,43	3,50	0,74	0,40°	Franco Arenoso
S <sub>1</sub> (2 m de la poza)	6,12	1,92	3,20	0,78	0,72	Franco Arenoso

**TABLA 2: Resultados del análisis de nutrientes de las muestras de suelo (% m.s.)**

Parámetros	*N %	*P	*MO %	*CO
Muestras				
S <sub>0</sub> (Testigo)	0,04	21,90	1,70	0,99°
S <sub>1</sub> (2 m de la poza)	0,05	17,20	4,00	1,15

Los resultados de los parámetros con (\*) se obtuvieron por métodos de suelo, ya que los rangos eran altos y superaban las escalas establecidas para foliares

Las tablas 3 y 4 muestran los resultados de los análisis físico-químicos y de la fracción orgánica del alpechín, los valores son promedios de las determinaciones realizadas por triplicado. Todos los parámetros muestran una notable disminución a lo largo del tiempo, debido al posible efecto de lavado por lluvia y a la actividad física, química y biológica del suelo. El pH, si bien es ácido en la muestra de alpechín alcanza valores cercanos a los del suelo testigo, mientras que la CE al igual que el K presenta valores altos debido a las características propias de la composición de los alpechines (muestra 1). La salinidad, en términos de conductividad eléctrica, es alta en las muestras 1, 2, 3; por lo que, en esta etapa, no debería utilizarse como fertilizante hasta no alcanzar valores de conductividad menores a 3 dS/ m. para no salinizar el suelo.

Los valores de los parámetros de la fracción orgánica muestran la presencia de una alta carga orgánica que disminuye con el tiempo, aunque mantiene concentraciones elevadas de materia orgánica y carbono, lo cual resulta favorable a la hora de utilizar el residuo como fertilizante agrícola. La DBO y DQO dan valores muy altos en el efluente recién volcado a la poza (1 A<sub>0</sub>: 50,50 - -81,60 g /L), luego por la acción microbiana del suelo disminuyen a valores aceptables. (2,96 - 3,45 g /L).

Los índices de germinación han mostrado que los sustratos 1 y 2 correspondientes al alpechín son fitotóxicos debido a que las tasas de germinación fueron nulas y muy bajas respectivamente, mientras que los sustratos 3, 4 y 5 muestran una baja o nula fitotoxicidad ya que las tasas de germinación fueron mayores, en especial en el sustrato 5, cuyos parámetros son similares al suelo original.

**TABLA 3: Características del alpechín analizado a lo largo del tiempo (% m. s.)**

Muestras	1	2	3	4	5
Parámetros	(A <sub>0</sub> )	(A <sub>1</sub> )	(A <sub>2</sub> )	(A <sub>3</sub> )	(A <sub>4</sub> )
pH	4,86°	5,45	6,12	6,37	6,75°
CE (dS/m)	5,24	5,20	3,06	2,47	1,96
*N %	2,03	0,22	0,14	0,10	0,05
*P %	0,77	0,34	0,21	0,21	0,12
Na %	0,14°	0,13	0,09°	0,07°	0,05°
K %	2,08°	1,97	1,67	1,2°	0,91°

Los tratamientos con ° presentan diferencias significativas para  $\alpha = 0,055$

**TABLA 4: Fracción orgánica del alpechín analizado a lo largo del tiempo (% m.s.)**

Muestras	1	2	3	4	5
Parámetros	(A <sub>0</sub> )	(A <sub>1</sub> )	(A <sub>2</sub> )	(A <sub>3</sub> )	(A <sub>4</sub> )
*CO %	56,8	52,9	51,10	38,03	33,30
*MO %	91,43°	87,30	26,79	7,67	6,13°
Ph (ppm) (polifenoles)	9920	8300	610	210	120
DBO (g/L)	50,50	32,10	19,70	11,05	2,96
DQO (g/L)	81,60	52,30	35,20	19,47	3,45

Los resultados de los parámetros con (\*) se obtuvieron por métodos de suelo, ya que los rangos eran altos y superaban las escalas establecidas para foliares

## 6. Conclusiones

Analizando los valores de los parámetros determinados no se recomienda el uso del alpechín como fertilizante sin previo tratamiento, debido a su acidez, pH (4,86), su alta salinidad (CE > 3,5 dS/m) y las concentraciones elevadas de polifenoles; responsables de la actividad antibiótica y fitotóxica del alpechín. Además, se debe tener en cuenta el alto poder reductor del alpechín con valores de DBO y DQO (50,50 - 81,60 g/L) muy altos.

Se han ensayado varios métodos posibles para la eliminación y tratamiento de alpechines, que por su baja eficiencia y altos costos hacen que no tuvieran gran aceptación por parte de las empresas productoras de aceite de oliva. Entre las soluciones más económicas se podrían proponer las pozas de evaporación, tratamientos en suelo y fertilización, cada una con sus ventajas y desventajas.

Si se tiene en cuenta la evolución de los parámetros del alpechín de la poza en cuestión, los cuales después de un tiempo alcanzan valores próximos a los del suelo testigo como el pH: 6,75, la CE: 1,96 dS/m, y a su vez conservan niveles altos de materia orgánica y potasio necesarios para mejorar los suelos pobres de los olivares de la zona, se podría aceptar como alternativa de disposición de los alpechines. Sin embargo, no es muy recomendable ya que su instalación genera un impacto visual, malos olores y la proliferación de insectos en el área circundante a la poza, considerando además, la posibilidad de infiltración y desborde en caso de precipitaciones abundantes; lo cual no es relevante en nuestra región ya que el régimen de lluvias es muy bajo, la presencia de

vientos secos del sector NE y las altas temperaturas reinantes la evaporación es muy rápida impidiendo los encharcamientos e infiltraciones. Otra alternativa de bajo costo y viable para la eliminación y depuración del alpechín es utilizar el suelo como un medio para su tratamiento, donde se evapora el agua y quedan retenidos los componentes restantes. Este tratamiento se basa en la interacción física, química y microbiológica entre los componentes del efluente y los microorganismos del suelo. Un aspecto negativo de esta práctica es que el suelo utilizado no puede usarse posteriormente para llevar a cabo prácticas agrícolas. Presenta además un condicionamiento edafoclimático ya que se requiere un suelo permeable, poroso, que las napas de la zona afectada sean profundas y se recomienda que el régimen de lluvias sea bajo y con condiciones altas de evaporación (Dupuy de Lome y Martínez Bordiú, 1991). Con lo cual sería una metodología viable para nuestra región debido a las condiciones climatológicas expuestas anteriormente; siempre que la selección de los terrenos de disposición sean bien estudiados de dimensiones pequeñas y que sean controlados permanentemente. Por último, si se tiene en cuenta los índices altos de germinación en las muestras de alpechín después de un período de biodegradación, podría considerarse una opción interesante sobretodo al evaluar su riqueza en materia orgánica, la cual sería un aporte importante para los suelos pobres, y en potasio, ya que el olivo requiere suelos ricos en este elemento. En cualquiera de los casos las empresas oleícolas deben asumir que la depuración de alpechines significa un costo más del proceso de extracción.

## 7. Referencias

- Box, J. D. (1983) Investigation of the Folin-Ciocalteu phenol reagent for the determination of polyphenolic substances in natural waters. *Water Res* **17** (1983), pp 511-525. [Abstract](#) | [Abstract + Referentes](#) | [View Record in Scopus](#) | [Cited By in Scopus \(191\)](#).
- Escolano Bueno, A (1975). Ensayos de eliminación de alpechín por vertido en balsas o lagunas para su infiltración y evaporación. *Grasas y Aceites*, **26**, 215-223.
- Dupuy de Lome, E.; Martínez Bordiú, A., (1991). Investigación sobre eliminación de residuos líquidos de la fabricación de aceite (“alpechines”) mediante su infiltración en suelos magros-calizos. *Mapfre Seguridad* **41**, 41-45
- Fiestas, J. A. (1977). Depuración de las aguas residuales en las industrias de aceituna y aceite de oliva. *Grasas y Aceites* **28**, 113-121.
- Fiestas, J. A. (1986). Vegetation water used as a fertilizer. In FAO, editor. *Internacional Symposium on Olive By Products Valorization*, Sevilla, Spain, 321-330.
- Levi-Minzi, R, Riffaldi, R, Saviozzi, A. R., Falzo, L. (1992) Distribución del alpechín en tierras de cultivo: efectos en las propiedades del suelo. *Olivae*, **40**, 20-25.
- Martínez J., Moreno, E., y Ramos- Cormenzana, A, (1986), Incidencia del efecto antimicrobiano del alpechín en su posible aprovechamiento. *Grasas y Aceites* **37**, 215-223
- Martinez-Nieto, L.; Rodriguez.; S., Gimenez; J. A., Lozano; J. Cobo, L A, Ortega.; J Hodaiifa, G. (2004), Procesos oxidativos En Estudio de la composición y tratamiento como subproducto de las aguas de lavado de aceite y aceituna. Spain, *Infaoliva*, 13-44
- Vázquez Roncero, A., Maestro Durán, R., Graciano Constante, E., (1974), Componentes fenólicos de la aceituna II. Polifenoles del alpechín. *Grasas y Aceites*, **25**, 341-345.

